

梁 盟,王程栋,宋文静,等. 武陵山区气象因子与烤烟生物碱含量及组分比例的典型相关分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):130-134.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.040

# 武陵山区气象因子与烤烟生物碱含量 及组分比例的典型相关分析

梁 盟<sup>1,2</sup>, 王程栋<sup>1</sup>, 宋文静<sup>1</sup>, 孟 霖<sup>1,2</sup>, 张保全<sup>3</sup>, 徐宜民<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266101; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081;

3. 浙江中烟工业有限责任公司, 浙江杭州 310009)

**摘要:**以武陵山区 41 份 C3F 初烤烟叶样品为试材,采用气相色谱法测定了烟碱、降烟碱、麦斯明、假木贼碱、新烟草碱等 5 种生物碱含量,分析了气象因子与烟叶生物碱含量及组分比例间的相关关系。结果表明,武陵山区烟叶烟碱含量为 2.52%,占总生物碱比例达 94.13%,各生物碱含量大小依次为烟碱 > 新烟草碱 > 降烟碱 > 假木贼碱 > 麦斯明;降水量、空气湿度、日照时数对烟叶生物碱含量及组分比例的影响较大,而气温、地温、昼夜温差对其影响不明显;烟碱、新烟草碱含量及其占总生物碱比例和烟碱转化率受气象因子的影响较大,麦斯明、假木贼碱占总生物碱的比例受气象因子的影响较小。

**关键词:**武陵山区;烤烟;气象因子;生物碱含量;组分

**中图分类号:**TS41<sup>+</sup>1;S572.01

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2015)12-0130-04

烟草生物碱是烟草及其制品中最重要的化学成分之一,主要有烟碱、降烟碱、麦斯明、假木贼碱、新烟草碱等 5 种组分,各组分对烟草制品的感官品质 and 安全性均有重要影响<sup>[1-2]</sup>。烤烟作为一种对环境变化相当敏感的叶用经济作物,生长条件的变化对烟叶化学成分、产量、质量均有较大影响。研究表明,气象因子是影响烟叶化学成分的主要生态学外因<sup>[3-4]</sup>。陈伟等对南方、北方烟区烤烟常规化学成分的主导气候影响因子进行了研究,结果表明,日照时数和降水量是南方烟区烟叶化学成分的主导气候影响因子<sup>[5]</sup>;张波等分析了凉山烟区主要气象因子与烟叶化学成分含量的关系,认为气象因子对烟叶总糖、还原糖、总植物碱含量影响最大<sup>[4]</sup>;李天福等对云南烟区气象因子与烟叶化学成分及香口味间的相关关系进行了分析,结果显示,烟碱和还原糖对气候条件的反应最为显著<sup>[6]</sup>;石俊雄等研究了生态因子对贵州省烟叶主要化学成分的影响,发现 6 月份的日照时数、7 月份的降水量和气温对烟叶化学成分的影响较大<sup>[7]</sup>;彭新辉等对湖南省不同烤烟产区烟叶烟碱含量差异的生态原因进行了分析,结果表明,气候是导致湖南省不同烟区烟叶烟碱含量差异的主要生态因素<sup>[8]</sup>。目前尚未见气象因子对烤烟生物碱含量及组分的影响研究。本研究对武陵山区气象因子与烤烟各生物碱含量间的典型相关性进行研究,以期对武陵山区烤烟生产优化布局、生产技术方案改进及优质烟叶生产提供参考。

收稿日期:2015-05-28

基金项目:中国烟草总公司特色优质烟叶开发重大专项(编号:TS-02-20110012)

作者简介:梁 盟(1989—),男,山东菏泽人,硕士研究生,研究方向为作物栽培学与耕作学。E-mail:liangmengcaas@126.com。

通信作者:徐宜民(1958—),男,研究员,主要从事烟草生态研究。E-mail:ym-xu@126.com。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域

武陵山区绵延重庆、湖北、湖南、贵州,长、宽均约为 420 km,面积约 10 万 km<sup>2</sup>,位于 27°10′~31°28′N,106°56′~111°49′E。该地区气候属于亚热带向暖温带过渡类型,平均海拔高度 1 000 m 左右,年平均气温为 13~16℃,年降水量为 1 100~1 600 mm。本研究选取武陵山区利川市、咸丰县、桑植县、凤凰县、德江县、道真县、武隆县等 7 个传统植烟地区为典型取样地点。

### 1.2 烟叶样品采集

于 2011 年采集上述 7 个典型植烟县(市)41 份 C3F 初烤烟叶样品,每个县(市)取样 4~7 份,每份取样量为 5 kg,烤烟品种主要为 K326、云烟 87。

### 1.3 生物碱测定

生物碱提取和色谱条件参照王丽丽等的方法<sup>[9]</sup>。在碱性条件下,利用甲基叔丁基醚等有机溶剂提取烟叶中的生物碱类物质,通过气相色谱-氢火焰离子化检测器(GC-FID)定量检测烟碱、降烟碱、麦斯明、假木贼碱、新烟草碱等 5 种生物碱含量。总生物碱含量为 5 种生物碱含量的总和。烟碱转化率 = 降烟碱含量 / (烟碱含量 + 降烟碱含量) × 100%<sup>[10]</sup>。

### 1.4 气象数据获取

各植烟县(市)2011 年气象数据来源于国家气象中心,由 ANUSpline 软件插值得到逐旬空间栅格数据。采用优化薄板平滑样条函数,依据气象站点的地理坐标,将高程作为协变量引入插值过程中,获取空间连续数据。结合取样地点地理坐标,获取 7 个取样地点精确方位点气象数据。然后根据获取的旬平均值数据计算气温、地温、昼夜温差、相对湿度在各生育期的均值,并计算降水量及日照时数在生育期的累积值。

将生育期划分为伸根期(移栽-团棵)、旺长期(团棵-

开花)、成熟期(开花-中部叶采收)、大田期(移栽-中部叶采收)。

1.5 数据处理

利用 Excel 2003 软件对气象数据作图,采用 SAS 9.2 软件对检测数据进行基本统计分析和典型相关分析。

2 结果与分析

2.1 武陵山区主要气候因子分析

如图 1 所示,武陵山区烤烟大田生育期平均气温为 21.94 ℃,变化范围为 18.62 ~ 23.57 ℃,平均气温基本随生育期呈递增趋势;平均地温为 25.12 ℃,变化范围为 21.13 ~ 27.18 ℃,成熟期平均地温最高,达到 27.18 ℃;平均昼夜温差为 9.04 ℃,变化范围为 7.77 ~ 9.66 ℃,其中旺长期平均昼夜温差最小,仅为 7.77 ℃。如图 2 所示,武陵山区烤烟大田生育期累积日照时数为 425.86 h,其中成熟期累积日照时数

最高,达到 172.24 h;累积降水量为 402.33 mm,其中旺长期累积降水量最高,达到 184.81 mm;平均空气湿度为 75.69%,旺长期平均空气湿度最大,达到 80.06%,而伸根期、成熟期的平均空气湿度相差不大。

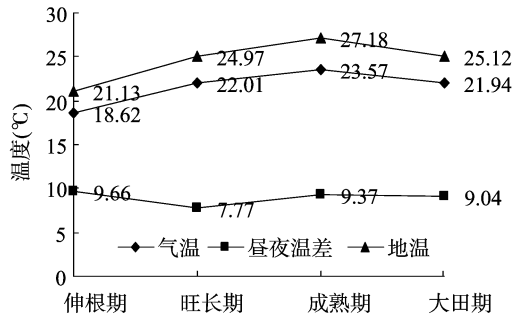


图1 武陵山区烤烟大田生育期温度分析

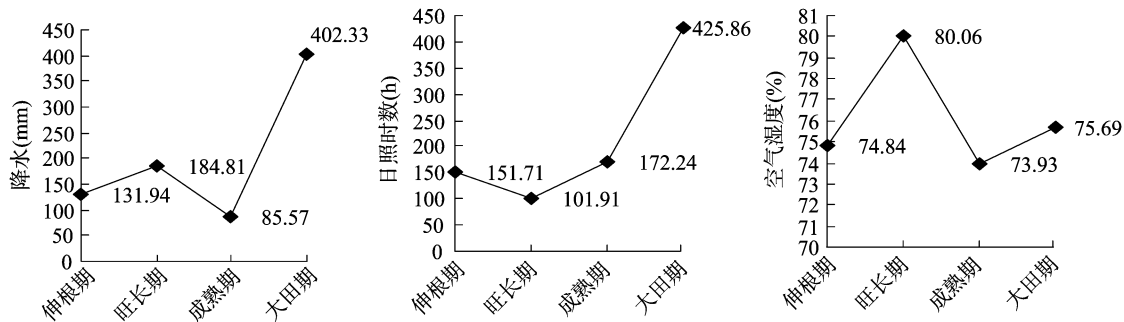


图2 武陵山区烤烟大田生育期有关气象因子分析

2.2 武陵山区烟叶生物碱含量及组分比例

2.2.1 烟叶主要生物碱含量分析 由表 1 可见,武陵山区中部烟叶烟碱、总生物碱含量分别为 2.52%、2.67%,烟碱、总生物碱含量的空间变异较小;降烟碱、新烟草碱含量分别为

0.63、0.77 mg/g,变异系数均大于 24%,说明降烟碱、新烟草碱含量的空间变异较大;麦斯明含量为 4.1 μg/g,变化范围为 2.0 ~ 5.7 μg/g;假木贼碱平均含量为 0.16 mg/g,变异系数仅为 19.46%,说明假木贼碱在 5 种生物碱中空间变异最小。

表 1 武陵山区中部烟叶生物碱含量

项目	烟碱 (%)	降烟碱 (mg/g)	麦斯明 (μg/g)	假木贼碱 (mg/g)	新烟草碱 (mg/g)	总生物碱 (%)
平均值 ± 标准差	2.52 ± 0.52	0.63 ± 0.15	4.1 ± 0.9	0.16 ± 0.03	0.77 ± 0.19	2.67 ± 0.55
变化范围	1.54 ~ 4.14	0.34 ~ 0.97	2.0 ~ 5.7	0.12 ~ 0.26	0.51 ~ 1.34	1.65 ~ 4.36
变异系数	20.67%	24.01%	22.37%	19.46%	24.31%	20.47%

2.2.2 烟叶生物碱组分及烟碱转化率分析 由表 2 可看出,烟碱占总生物碱的比例最大,高达 94.13%,其他 4 种生物碱的总占比不足 6.00%,由大至小依次为烟碱 > 新烟草碱 > 降烟碱 > 假木贼碱 > 麦斯明;烟碱、假木贼碱、新烟草碱占总生物碱比例的变异系数均小于 15.00%,其中烟碱最小,仅为

0.56%,说明烟碱、假木贼碱、新烟草碱占总生物碱比例在武陵山区不同地点间相对较稳定;麦斯明占总生物碱比例的变异系数最大,达到 21.76%;烟碱转化率为 2.44%,在不同地点间波动相对较大。

表 2 生物碱组分及烟碱转化率

项目	比例 (%)					烟碱转化率 (%)
	烟碱	降烟碱	麦斯明	假木贼碱	新烟草碱	
均值 ± 标准差	94.13 ± 0.53	2.36 ± 0.42	0.02 ± 0.00	0.61 ± 0.07	2.89 ± 0.42	2.44 ± 0.43
变化范围	93.09 ~ 95.21	1.84 ~ 3.54	0.01 ~ 0.03	0.50 ~ 0.75	2.23 ~ 3.90	1.91 ~ 3.66
变异系数	0.56%	17.78%	21.76%	10.89%	14.64%	17.63%

2.3 气象因子与烟叶生物碱含量的典型相关分析

为研究气象因子与烟叶生物碱含量间的相关关系,将烟叶中各生物碱含量作为一组变量,所有气象因子作为另一组变量,分析 2 组变量间的典型相关关系。其中气象因子又分

为各生育时期(伸根期、旺长期、成熟期)地温、气温、昼夜温差、降水量、空气湿度、日照时数等 6 个变量组。由表 3 可见,各生育时期地温、气温、昼夜温差与烟叶生物碱含量的典型相关系数均未达到显著水平,不存在显著的典型相关关系。

表 3 温度与烟叶生物碱含量的典型相关系数

第 1 组变量	第 2 组变量	生育时期	典型相关系数	P 值
地温	生物碱含量	伸根期	0.510 5	0.350 9
		旺长期	0.390 9	0.637 2
		成熟期	0.104 1	0.945 7
气温	生物碱含量	伸根期	0.546 5	0.230 1
		旺长期	0.400 3	0.601 3
		成熟期	0.106 1	0.945 8
昼夜温差	生物碱含量	伸根期	0.582 1	0.061 1
		旺长期	0.449 9	0.265 1
		成熟期	0.250 2	0.527 1

对各生育时期降水量与烟叶生物碱含量进行典型相关分析(表 4),第 1 对典型变量的相关系数达到了极显著水平( $P<0.01$ ),第 2 对典型变量的相关系数达到了显著水平( $P<0.05$ ),前 2 对典型变量的累计方差贡献率达到 94.30%,说明降水与烟叶生物碱含量之间存在显著的典型相关关系。从典型变量构成的线性表达式可以看出,第 1 对典型变量中伸根

表 4 有关气象因子与烟叶生物碱含量的典型相关系数

第 1 组变量	第 2 组变量	典型相关系数	典型变量构成
降水量	生物碱含量	0.644 2 **	$V_1 = 0.637\ 0J_1 - 0.244\ 4J_2 + 0.355\ 5J_3$ $W_1 = 0.304\ 7S_1 + 0.951\ 7S_2 - 0.062\ 3S_3 + 0.008\ 2S_4 - 1.086\ 5S_5$
		0.585 2 *	$V_2 = 0.032\ 9J_1 + 1.034\ 6J_2 + 0.567\ 2J_3$ $W_2 = 1.248\ 1S_1 + 0.391\ 3S_2 - 0.712\ 4S_3 - 1.231\ 4S_4 + 0.576\ 2S_5$
		0.606 9 **	$V_1 = -0.551\ 6K_1 + 0.330\ 7K_2 + 0.794\ 4K_3$ $W_1 = 1.727\ 5S_1 - 0.381\ 3S_2 - 0.055\ 7S_3 - 1.697\ 3S_4 + 0.779\ 8S_5$
空气湿度	生物碱含量	0.606 9 **	$V_1 = -0.551\ 6K_1 + 0.330\ 7K_2 + 0.794\ 4K_3$ $W_1 = 1.727\ 5S_1 - 0.381\ 3S_2 - 0.055\ 7S_3 - 1.697\ 3S_4 + 0.779\ 8S_5$
		0.594 9 **	$V_1 = -0.495\ 7R_1 + 0.183\ 5R_2 + 0.868\ 5R_3$ $W_1 = -1.897\ 0S_1 + 0.634\ 3S_2 - 0.023\ 2S_3 + 1.549\ 3S_4 - 0.606\ 2S_5$
		0.548 4 *	$V_2 = 0.582\ 8R_1 - 0.314\ 7R_2 + 0.537\ 0R_3$ $W_2 = -1.146\ 0S_1 - 0.659\ 7S_2 + 0.357\ 1S_3 + 0.470\ 5S_4 + 1.206\ 2S_5$

注:“\*\*”“\*”分别表示在 0.01、0.05 水平上显著;典型变量构成各式中的符号分别代表各生育时期气象因子、生物碱组分的缩写,如  $J_1$  表示伸根期降水量, $J_2$  表示旺长期降水量, $J_3$  表示成熟期降水量, $K_1$  表示伸根期空气湿度, $K_2$  表示旺长期空气湿度, $K_3$  表示成熟期空气湿度, $R_1$  表示伸根期日照时数, $R_2$  表示旺长期日照时数, $R_3$  表示成熟期日照时数, $S_1$  代表烟碱, $S_2$  代表降烟碱, $S_3$  代表麦斯明, $S_4$  代表假木贼碱, $S_5$  代表新烟草碱, $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 、 $B_4$ 、 $B_5$  分别代表烟碱、降烟碱、麦斯明、假木贼碱、新烟草碱占总生物碱比例, $B_6$  代表烟碱转化率, $V_{表}$  示各生育期气象因子(一组变量)对生物碱含量或生物碱组分比例的影响, $W$  表示各生物碱含量或生物碱组分比例(另一组变量)受气象因子的影响。下同。

对各生育时期日照时数与烟叶生物碱含量进行典型相关分析(表 4),第 1 对典型变量的相关系数达到了极显著水平( $P<0.01$ ),第 2 对典型变量的相关系数达到了显著水平( $P<0.05$ ),前 2 对典型变量的累计方差贡献率达到 88.36%,说明日照时数与烟叶生物碱含量之间存在显著的典型相关关系。从典型变量构成的线性表达式可以看出,第 1 对典型变量中成熟期日照时数( $R_3$ )、烟碱含量( $S_1$ )、假木贼碱含量( $S_4$ )的载荷量相对较大,主要反映了成熟期日照时数与烟碱含量的负相关,与假木贼碱含量的正相关关系;第 2 对典型变量中伸根期日照时数( $R_1$ )、成熟期日照时数( $R_3$ )、烟碱含量( $S_1$ )、降烟碱含量( $S_2$ )、新烟草碱含量( $S_5$ )的载荷量相对较大,主要反映了伸根期、成熟期日照时数与烟碱、降烟碱含量的负相关,与新烟草碱含量的正相关关系。

2.4 气象因子与生物碱组分比例及烟碱转化率的典型相关分析

为研究气象因子与烟叶生物碱组分比例及烟碱转化率间的关系,把烟叶生物碱组分比例及烟碱转化率看作一组变量,所有气象因子看作另一组变量,分析 2 组变量间的典型相关

期降水量( $J_1$ )、降烟碱含量( $S_2$ )、新烟草碱含量( $S_5$ )的载荷量相对较大,主要反映了伸根期降水量与降烟碱含量的正相关,与新烟草碱含量的负相关关系;第 2 对典型变量中旺长期降水量( $J_2$ )、成熟期降水量( $J_3$ )、烟碱含量( $S_1$ )、麦斯明含量( $S_3$ )、假木贼碱含量( $S_4$ )的载荷量相对较大,主要反映了旺长期、成熟期降水量与烟碱含量的正相关,与麦斯明及假木贼碱含量的负相关关系。

对各生育时期空气湿度与烟叶生物碱含量进行典型相关分析(表 4),第 1 对典型相关系数达极显著水平( $P<0.01$ ),累计方差贡献率为 52.19%。从构成典型变量的线性表达式可以看出,第 1 对典型变量中伸根期空气湿度( $K_1$ )、成熟期空气湿度( $K_3$ )、烟碱含量( $S_1$ )、假木贼碱含量( $S_4$ )、新烟草碱含量( $S_5$ )的载荷量相对较大,主要反映了伸根期空气湿度与烟碱及新烟草碱含量的负相关,与假木贼碱含量的正相关关系;成熟期空气湿度与烟碱及新烟草碱含量的正相关,与假木贼碱含量的负相关关系。

关系。其中气象因子又分为各生育时期(伸根期、旺长期、成熟期)地温、气温、昼夜温差、降水量、空气湿度、日照时数等 6 个变量组。如表 5 所示,各生育时期地温、气温、昼夜温差与烟叶生物碱组分比例及烟碱转化率间的典型相关系数均未达显著水平,不存在显著的典型相关关系。

表 5 气温与生物碱组分比例及烟碱转化率的典型相关系数

第 1 组变量	第 2 组变量	生育时期	典型相关系数	P 值
地温	生物碱组分比例及烟碱转化率	伸根期	0.533 9	0.396 7
		旺长期	0.416 3	0.704 4
		成熟期	0.143 1	0.963 7
气温	生物碱组分比例及烟碱转化率	伸根期	0.547 6	0.361 6
		旺长期	0.417 9	0.696 6
		成熟期	0.176 8	0.894 4
昼夜温差	生物碱组分比例及烟碱转化率	伸根期	0.646 9	0.069 7
		旺长期	0.449 7	0.435 1
		成熟期	0.252 8	0.709 5

如表 6 所示,对各生育时期降水量与烟叶生物碱组分比例及烟碱转化率的相关关系进行分析,第 1 对典型变量的相关系数达到了极显著水平( $P<0.01$ ),累计方差贡献率为

69.03%。从构成典型变量的线性表达式可以看出,第 1 对典型变量中伸根期降水量( $J_1$ )、旺长期降水量( $J_2$ )、降烟碱占总生物碱比例( $B_2$ )、新烟草碱占总生物碱比例( $B_3$ )、烟碱转化率( $B_6$ )的载荷量相对较大,主要反映了伸根期降水量与降烟碱及新烟草碱占总生物碱比例的负相关,与烟碱转化率的正相关关系;旺长期降水量与降烟碱及新烟草碱占总生物碱比例的正相关,与烟碱转化率的负相关关系。

如表 6 所示,对各生育时期空气湿度与烟叶生物碱组分比

表 6 有关气象因子与生物碱组分比例及烟碱转化率的相关系数

第 1 组变量	第 2 组变量	典型相关系数	典型变量构成
降水量	生物碱组分比例	0.709 7 **	$V_1 = 0.587 5 J_1 - 0.702 1 J_2 + 0.000 3 J_3$
	及烟碱转化率		$W_1 = -0.298 4 B_1 - 1.846 2 B_2 + 0.121 6 B_3 + 0.340 5 B_4 - 1.028 2 B_5 + 2.069 3 B_6$
空气湿度	生物碱组分比例	0.636 9 *	$V_1 = 0.799 8 K_1 - 0.302 0 K_2 - 0.557 2 K_3$
	及烟碱转化率		$W_1 = -3.091 0 B_1 + 0.228 0 B_2 - 0.167 0 B_3 + 0.401 1 B_4 - 3.134 4 B_5 - 2.083 8 B_6$
日照时数	生物碱组分比例	0.623 7 *	$V_1 = -0.768 2 R_1 + 0.067 2 R_2 + 0.767 4 R_3$
	及烟碱转化率		$W_1 = -4.263 3 B_1 + 0.845 4 B_2 - 0.243 7 B_3 + 0.228 5 B_4 - 3.893 8 B_5 - 3.537 4 B_6$

如表 6 所示,对各生育时期日照时数与烟叶生物碱组分比例及烟碱转化率的相关关系进行分析,第 1 对典型变量的相关系数达显著水平( $P < 0.05$ ),累计方差贡献率为 57.06%。从构成典型变量的线性表达式可以看出,第 1 对典型变量中伸根期日照时数( $R_1$ )、成熟期日照时数( $R_3$ )、烟碱占总生物碱比例( $B_1$ )、新烟草碱占总生物碱比例( $B_5$ )、烟碱转化率( $B_6$ )的载荷量相对较大,主要反映了伸根期日照时数与烟碱及新烟草碱占总生物碱比例、烟碱转化率的正相关,成熟期日照时数与烟碱及新烟草碱占总生物碱比例、烟碱转化率的负相关关系。

3 结论与讨论

3.1 结论

武陵山区烟叶烟碱含量为 2.52%,占总生物碱的比例达 94.13%,其他 4 种生物碱所占总比例不足 6.00%;各生物碱含量从高到低顺序依次为烟碱 > 新烟草碱 > 降烟碱 > 假木贼碱 > 麦斯明。

降水量、空气湿度、日照时数对烟叶生物碱含量及组分比例的影响较大,而气温、地温、昼夜温差对其影响不明显;烟碱、新烟草碱含量及其占总生物碱的比例和烟碱转化率受气象因子的影响程度较大,而麦斯明、假木贼碱占总生物碱的比例受气象因子的影响程度较小。

3.2 讨论

气象因子是影响烟草生长发育的重要条件,主要包括温度、降水量、日照时数、空气湿度等。武陵山区烟叶大田生育期平均气温为 21.94℃,处于优质烟叶生产最适温度范围内(20~28℃);伸根期平均气温为 18.62℃,略低于最适生长温度,使烟株稳健生长;成熟期平均气温较高,为 23.57℃,有利于叶内同化物质的积累和转化,从而提高烟叶香吃味<sup>[11]</sup>。大田生育期累积日照时数为 425.86 h,略低于优质烟叶生产要求的最适范围(500~700 h),可能因阴雨天气较多所致。大田生育期累积降水量为 402.33 mm,呈现前期少、中期多、后期减少的特征;伸根期降水量低有利于根系发展,旺长期降水量增多,可使烟株快速生长,成熟期降水量减少,有利于烟叶的成熟落黄<sup>[12]</sup>。整体来看,武陵山区气候条件适宜,有利

例及烟碱转化率的相关关系进行分析,第 1 对典型相关系数达显著水平( $P < 0.05$ ),累计方差贡献率为 61.93%。从构成典型变量的线性表达式可以看出,第 1 对典型变量中伸根期空气湿度( $K_1$ )、成熟期空气湿度( $K_3$ )、烟碱占总生物碱比例( $B_1$ )、新烟草碱占总生物碱比例( $B_5$ )、烟碱转化率( $B_6$ )的载荷量相对较大,主要反映了伸根期空气湿度与烟碱及新烟草碱占总生物碱比例、烟碱转化率的负相关,成熟期空气湿度与烟碱及新烟草碱占总生物碱比例、烟碱转化率的正相关关系。

于优质烟叶生产。

武陵山区烟叶中烟碱含量为 2.52%,符合优质烟生产要求的烤烟烟碱含量(1.5%~3.5%)<sup>[13]</sup>;烟叶总生物碱中烟碱比例大于 93%,降烟碱比例小于 3%,这与史宏志等对我国主要烤烟产区不同品种烟叶生物碱含量的研究结果<sup>[2]</sup>一致;主要生物碱含量顺序为烟碱 > 新烟草碱 > 降烟碱 > 假木贼碱 > 麦斯明,这与高志强等<sup>[14]</sup>、程森等<sup>[15]</sup>、陈卫国等<sup>[16]</sup>的研究结果一致,但史宏志等<sup>[2]</sup>、廉芸芸等<sup>[17]</sup>认为,烤烟主要生物碱含量高低顺序为烟碱 > 降烟碱 > 新烟草碱 > 假木贼碱。造成这一差异的主要原因可能是史宏志等<sup>[2]</sup>和廉芸芸等<sup>[17]</sup>分别对河南省产区不同地点间和湖南省、贵州省、云南省、山东省产区烤烟主要生物碱含量进行的研究,而本研究是针对武陵山区进行的。

武陵山区气象因子与烟叶生物碱含量及组分比例的典型相关分析结果表明,降水量、空气湿度、日照时数对烟叶生物碱含量及组分比例的影响较大,对生物碱含量的影响程度顺序为降水量(累计方差贡献率 94.30%) > 日照时数(累计方差贡献率 88.36%) > 空气湿度(累计方差贡献率 52.19%),对生物碱组分比例的影响程度顺序为降水量(累计方差贡献率 69.03%) > 空气湿度(累计方差贡献率 61.93%) > 日照时数(累计方差贡献率 57.06%),而气温、地温、昼夜温差对其影响不明显。这一结果与陈伟等对南方烟区化学成分的主导气候影响因子研究结果<sup>[5]</sup>相似,而王彪等<sup>[18]</sup>、石俊雄等<sup>[7]</sup>分别对云南省、贵州省烟叶进行了研究,认为烟碱含量与温度也有较高的关联度,其原因可能是不同产区决定烤烟生长的关键气象因子不同,也可能与生育期的划分有关。从生物碱含量来看,烟碱、假木贼碱、新烟草碱含量受气象因子的影响程度较大,这一结果与彭新辉等对湖南省不同烟区烟叶烟碱含量的研究<sup>[8]</sup>相符。从生物碱组分比例及烟碱转化率来看,烟碱及新烟草碱占总生物碱比例和烟碱转化率受气象因子的影响程度较大,而麦斯明、假木贼碱占总生物碱的比例受气象因子的影响程度较小。

参考文献:

[1] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:67-83.

董 锦, 王建安, 孙可可, 等. 水氮耦合对烟叶大量元素含量及烤后烟叶香气成分的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 134–137.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.041

# 水氮耦合对烟叶大量元素含量 及烤后烟叶香气成分的影响

董 锦, 王建安, 孙可可, 刘国顺

(河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地, 河南郑州 450002)

**摘要:**以中烟 100 为供试材料, 采用 3 种氮素水平和 3 种水分处理的复因子盆栽试验, 研究不同水氮条件对烟叶内大量元素含量及其烤后烟叶香气成分的影响。结果发现, 当土壤含水量相同时, 烟叶内 N、P、K 含量随施氮量的增多而增多, Ca、Mg 含量则呈相反的变化趋势, 烤烟各香气含量大致呈现先增后减的趋势。在同等施氮量下, 随着土壤含水量的增加, 烟叶内 N、P、Mg 含量先增加后减少, 而 K、Ca 含量达到一定值后将不再增加, 各香气成分含量均呈现先增后减的变化趋势。试验结果表明, W2N2 为理想处理, W3N2 次之。

**关键词:**矿质元素; 水分; 氮素; 香气成分

**中图分类号:** S572.04

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2015)12-0134-04

烟草是我国重要的经济作物, 水肥是影响烟叶生长发育的两大因素<sup>[1]</sup>, 合理的灌水和施肥能提高烟叶产量和品质, 增加经济效益<sup>[2-3]</sup>。但近几年来, 在烟草种植中氮肥施用普遍过量, 不仅降低了氮素利用率, 造成资源浪费和经济损失, 而且还导致了环境污染<sup>[4]</sup>。矿质元素与烟草品质密切相关, 水氮施用量会影响烟株矿质元素的含量, 进而影响烤后烟叶燃烧、色泽、弹性、味道、填充力等性能<sup>[5]</sup>。池敬姬等认为烟

草灰分中  $K^+$  含量与  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  含量之比与烟草的持续燃烧性有正变关系<sup>[6]</sup>。于建军等研究表明  $Cl^-$  和  $S^{2-}$  对烤烟燃烧性有抑制作用,  $K^+$  含量低会造成烟叶燃烧性差, 使烟气有害成分释放量较多, 影响烟气吸食品质的发挥<sup>[7]</sup>。许自诚等发现湖南烟区的 S 含量较高, 各烟区应根据烟叶矿质元素含量的状况平衡施肥<sup>[8]</sup>。但是不同元素在烟株生育期变化情况的研究结果还不一致。本试验在盆栽条件下, 采用完全随机设计, 控制土壤水分, 主要探讨水、氮 2 因素对烟叶生育期内大量矿质元素的变化及其烤后烟叶香气成分的含量, 以期为今后结合栽培手段调整施肥用量、改善烟叶品质提供数据参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验于 2013 年 5—9 月份在河南农业大学许昌试验站进

收稿日期: 2014-12-01

基金名称: 中国烟草总公司特色优质烟叶开发重大专项浓香型项目 (编号: Ts-01)。

作者简介: 董 锦 (1989—), 女, 河南郑州人, 硕士研究生, 主要从事烟草栽培方面的研究。E-mail: 1031382213@qq.com。

通信作者: 刘国顺, 男, 河南郑州人, 教授, 博士生导师, 主要从事烟草生理生化方面的研究。E-mail: liugsh1851@163.com。

- [2] 史宏志, 黄元炯, 刘国顺, 等. 我国烟草和卷烟生物碱含量和组成比例分析[J]. 中国烟草学报, 2001, 7(2): 8–12.
- [3] 许自成, 刘国顺, 刘金海, 等. 铜山烟区生态因素和烟叶质量特点[J]. 生态学报, 2005, 25(7): 1748–1753.
- [4] 张 波, 王树声, 史万华, 等. 凉山烟区气象因子与烤烟烟叶化学成分含量的关系[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(3): 13–17.
- [5] 陈 伟, 王三根, 唐远驹, 等. 不同烟区烤烟化学成分的主导气候影响因子分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(1): 144–150.
- [6] 李天福, 王 彪, 杨焕文, 等. 气象因子与烟叶化学成分及香味味间的典型相关分析[J]. 中国烟草学报, 2006, 12(1): 23–26.
- [7] 石俊雄, 陈 雪, 雷 璐. 生态因子对贵州烟叶主要化学成分的影响[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(2): 18–22.
- [8] 彭新辉, 蒲文宣, 易建华, 等. 湖南不同烟区烤烟烟碱含量差异的生态原因[J]. 应用生态学报, 2010, 21(10): 2599–2604.
- [9] 王丽丽, 汤朝起, 王以慧, 等. 贺州晒黄烟主要生物碱含量与其呼吸质量的相关性研究[J]. 中国烟草学报, 2013, 19(3): 23–27.
- [10] 王鹏洋, 赵铭钦, 刘鹏飞, 等. 浓香型产区烤烟中性致香成分与生物碱组成及含量[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(5): 98–102.

- [11] 倪 霞, 鲁韦坤, 查宏波, 等. 生态因子对烟叶化学成分影响的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(3): 1355–1359.
- [12] 苏德成, 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [13] 史宏志, Bush L P, Krauss M. 烟碱向降烟碱转化对烟叶麦斯明和 TSNA 含量的影响[J]. 烟草科技, 2004(10): 27–30.
- [14] 高志强, 邓小华, 周清明, 等. 湖南烤烟生物碱含量及其相关性分析[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(3): 288–292.
- [15] 程 森, 杜咏梅, 张 骏, 等. 烤烟不同生物碱含量特征及其与烟叶内在质量关系研究初报[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 1–4.
- [16] 陈卫国, 邓小华, 卿国林. 湖南烤烟主要生物碱含量和组成比例及相关性研究[J]. 作物杂志, 2011(1): 81–82.
- [17] 廉芸芸, 王允白, 邱 军, 等. 不同产区烤烟中主要生物碱含量和组成比例分析[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(4): 6–9.
- [18] 王 彪, 李天福. 气象因子与烟叶化学成分关联度分析[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(5): 742–745.